

「生物基礎」についての一考

— 学習指導要領，教科書をもとに —

理科 深田 和人

(要旨) 平成24年度より，理科において新学習指導要領が実施される。「生物基礎」の学習指導要領および解説と，現行の「生物Ⅰ」，「生物Ⅱ」で該当する内容，内容の取扱いを比較し，語句を中心に，大きく変更された点を中心に，感想を述べる。一部の語句について，生徒アンケートを取ったので，その結果も合わせて示す。

キーワード：生物基礎 学習指導要領 教科書

1. はじめに

平成24年度より，数学・理科において，新学習指導要領の先行実施が始まる。本校では第1学年で「生物基礎」を履修することが決定している。「生物基礎」の内容は，学習指導要領を読むことである程度の概要は把握していたが，教科書ができあがって，ようやく全貌が明らかになった観がある。

「生物基礎」は，5社より9種類の教科書が発行されている。筆者の手元にある3社（A社，B社，C社とする）3種類について，記載されている用語を中心に検討したい。

また，高校1年生を対象に，「生物基礎」に書かれている用語の一部に対してアンケートをとった。これを参考に，特に中学校との関連について述べたいと思う。

2. 内容について

「生物基礎」は，(1)生物と遺伝子，(2)生物の体内環境の維持，(3)生物の多様性と生態系の3つの内容からなる。これらについて，順に述べていく。

(1) 生物と遺伝子

生物と遺伝子は，ア生物の特徴とイ遺伝子とその働きからなる。

生物の特徴では，共通性と多様性について触れ，「原核生物の観察を行うこと」，「ミトコンドリアと葉緑体の起源にも触れること」と記載されている。ここでは，原核細胞および細胞共生説について述べたいと思う。

本校グラウンドは水はけが極めて悪く，草が生い茂っている部分がある。そこにはかなり以前から“ワカメ状の植物”が生育しており，生徒は時々足を滑らすことがある。「この変な植物は何？」程度しか思っていなかったが，これが原核生物シアノバクテリアであるを知ったのは，5年ほど前である。日本植物生理学会のホームページの「みんなのひろば」の質問コーナーを閲覧していると，偶然「雨の後，必ず，庭に出てくるワカメのような物体」（登録番号0617）という項目が目についた。グラウンドの植物と同じものだと思って回答を見たところ，「イシクラゲ（藍藻類，シアノバクテリア）と想像します。」とあった。授業で原核細胞は扱うものの実物は見たことはなく，こんな身近にあることの衝撃は，今でも忘れられない。早速顕微鏡で観察し，図説等で写真が載っているネンジュモであることを確認した。以降，授業では，細胞共生説との絡みで，オオカナダモの葉緑体とイシクラゲを同時に観察，ス

ケッチして両者の類似性に注目させている。

さて、原核生物についての教科書の記載は次のようになっている。

A社：大腸菌やシアノバクテリア（ユレモやネンジュモ）など細菌の細胞は、・・・

B社：原核生物には、ユレモ（シアノバクテリアの一種）やコレラ菌などの細菌類がある。

C社：大腸菌やシアノバクテリアなどの細菌類の細胞は、・・・

すなわち、シアノバクテリアも細菌類に属することになっている。各社の現行「生物I」の教科書の記載と比較すると面白い。

A社：大腸菌などの細菌類とユレモやネンジュモなどのラン藻類の細胞は、・・・

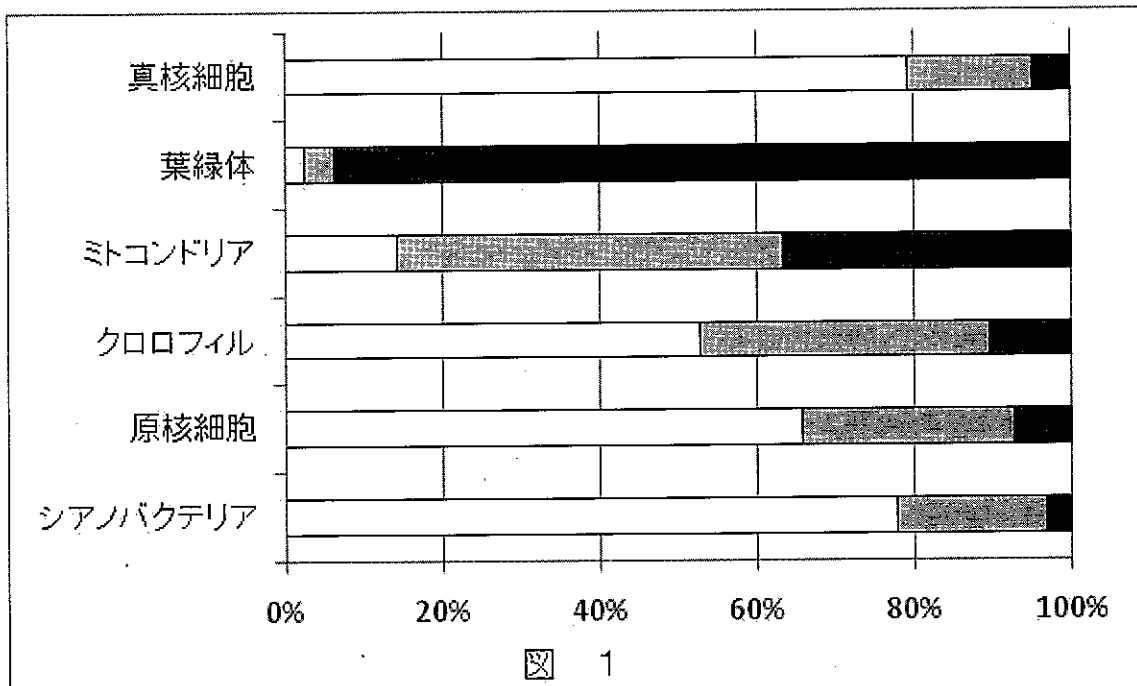
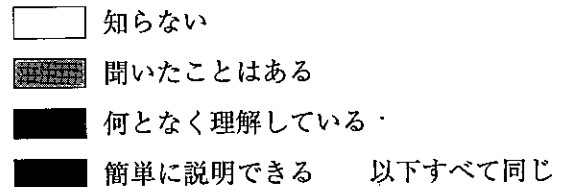
B社：乳酸菌・大腸菌などの細菌類、およびユレモ・ネンジュモなどのラン藻類の細胞には、・・・

C社：細菌類やラン藻類の細胞は核をもたず、・・・

筆者も、本稿を書くに当たって「生物基礎」の教科書を読むまでは、このように細菌類とシアノバク

テリア類が対等の分類群であると理解していた。『生物学辞典』（東京化学同人）のシアノバクテリアの項には「細菌のなかで酸素発生型光合成を行う唯一のグループを構成する。」、原核生物の項には「当初、細菌とシアノバクテリアが原核生物とされていたが、（中略）生物界をバクテリア（真正細菌に相当；Bacteria）、アーキア（古細菌；Archaea）、そしてユーカリア（真核生物に相当；Eucarya）の三つの超界に分ける（後略）」と記載されている。超界（ドメイン）の概念を導入するに当たり、細菌の中に大腸菌やシアノバクテリアが含まれるというのが現在の分類のようである。（細菌からシアノバクテリアを除いた生物群（旧来の細菌類）を示す場合、何という名称を用いればよいのだろう。ご存じの方、御教授ください。）

さて、現1年生に対して、「生物基礎」に記載されている用語についてどのくらいの知識があるか、アンケートを行った（図1）。



中学校の教科書には葉緑体は太字で記載されている。ミトコンドリアは、本文中には記載されていないが、挿絵の中に書いてある教科書もあり、認識度にばらつきがあるようである。真核細胞、原核細胞、シアノバクテリアの記載はないが、2割～4割弱で目にしたことがあるという結果であった。

次に、遺伝子とその働きについて述べる。「生物 I」と比べて、転写・翻訳などの内容が大幅に増加した分野である。まずは、学習指導要領および解説を比較してみる。

生物 I

内容：遺伝子と染色体

内容の取扱い：DNAの構造については二重らせんに触れる程度にとどめること。

解説：遺伝子の本体がDNAであることを理解させるためには、遺伝子がDNAであることを示す証拠として、例えば、形質転換、バクテリオファージの宿主への感染・増殖など代表的な例を取り上げることが考えられる。

解説に基づき、すべての教科書でグリフィス、エイブリー、ハーシー・チェイスの実験を扱っている(内容、内容の取扱いだけでは何を教えればよいのか分からないのでは)。

生物基礎(抜粋)

内容：遺伝子とその働き

(ア) 遺伝情報とDNA

(イ) 遺伝情報の分配

(ウ) 遺伝情報とタンパク質の合成

内容の取扱い：(ア)については、DNAの二重らせん構造と塩基の相補性を扱うこと。

(イ略)。(ウ)については、転写と翻訳の概要を扱うこと。-中略- すべての遺伝子が常に発現しているわけではないことにも触れること。

解説：(ア)ここでは、DNAの構造が遺伝情報を

担い得る特徴をもつことを理解させることがねらいである。そのため、DNAの構造については、DNAが塩基の相補性に依存して二重らせん構造をもつこと、塩基の配列が遺伝情報となることを扱う。

(イ) ここでは、体細胞分裂の前後で遺伝情報の同一性が保たれることを理解させることがねらいである。

(ウ) ここでは、タンパク質の合成に際して、DNAの塩基配列がアミノ酸配列に置き換えられることを理解させることがねらいである。転写と翻訳の概要については、DNAの塩基配列からmRNAの塩基配列へ、mRNAの塩基配列からアミノ酸の配列へという情報の流れを扱う。
-中略- 個体を構成する細胞は遺伝的に同一だが、例えば、個体の部位に応じて発現している遺伝子が異なることなどに触れる。

すなわち、「生物 I」で扱った遺伝子がDNAであることなどは扱われなくなった。また、転写と翻訳の“概要”を情報の“流れ”で扱うとしている。その結果、教科書に異変が起こっているように思われる。

各教科書の遺伝子とその働きのページ数(観察・実験、巻末問題等を除く)は、A社28ページ、B社43ページ、C社25ページであるが、各社とも「発展」、「Column」、「参考」などの囲み記事が多用されている。その結果、本文と囲み記事のおおよそのページ数を比較(本文：囲み記事)すると、A社で12:16、B社で18:25、C社で16:9であり、2者で6割弱が、1社で4割弱が囲み記事となっている。

囲み記事の扱いはどうすればよいのであろう。例えば、3社ともグリフィス、エイブリー、ハーシー・チェイスの実験を扱っており、いずれの教科書も名前が索引に載っている。また、2社で「形質転換」

が太字で記載され、索引にも載っている。

一方、DNAの複製に関しては、3社とも取り扱っており、「半保存的複製」が索引に載っている。そのうち、A社、B社でメセルソン、スタールの名があり、A社で彼らの実験が取り上げられている。学習指導要領の「体細胞分裂の前後で遺伝情報の同一性が保たれることを理解させることがねらいである」ならば、本文中で扱われて然るべきであるように思うし、その方が本質的に理解できるのではないかと思う。

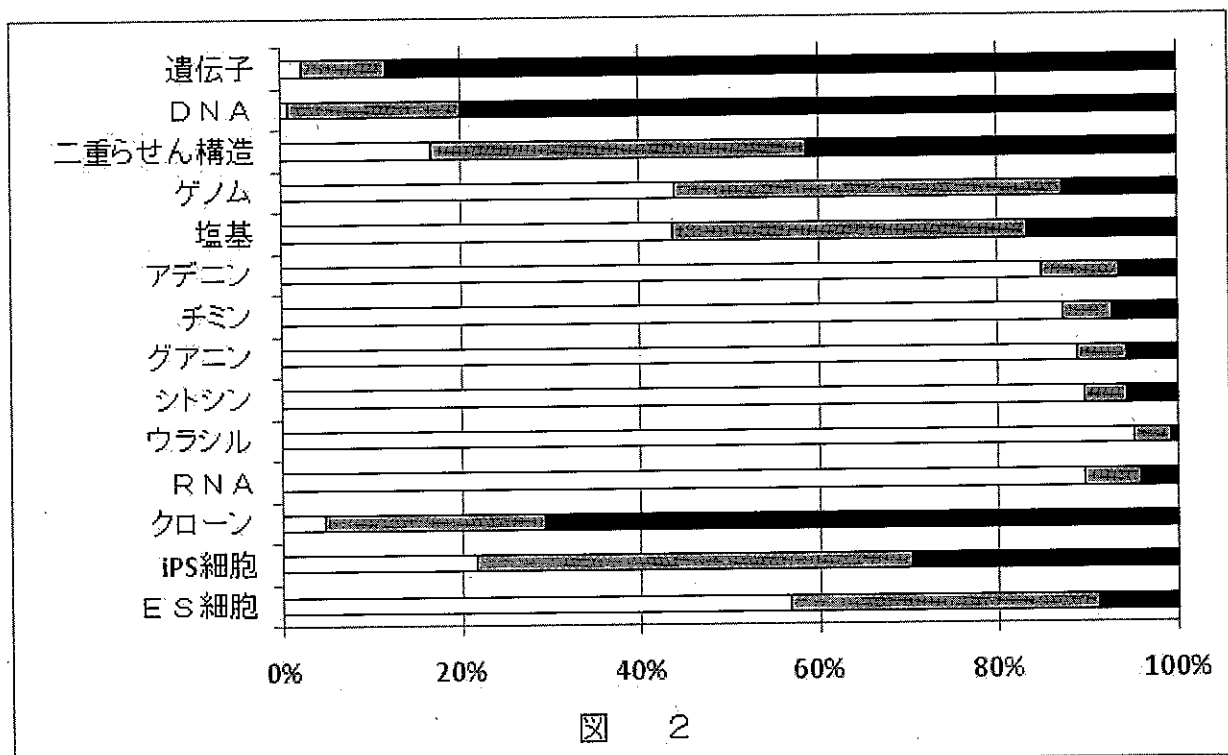
転写・翻訳についても同様である。「情報の流れを扱う」とどめるためか、本文中にはmRNAのみ扱われ、tRNAの記載はない。その結果、挿絵において、DNAからRNAへは相補的な塩基配列がかかっているが、RNAから忽然とアミノ酸が現れている感は否めない。囲み記事と索引には、3社ともtRNA、コドンが記載され、2社でスプライシングが記載されている。

囲み記事のすべてを説明するとすれば、授業時間が1.5～2倍強かかる計算になる。状況に応じて

必要な部分だけを扱うということになるだろうか。

「個体を構成する細胞は遺伝的に同一」であることの最も明らかな例はクローン生物のように思われる。A社は囲み記事でアフリカツメガエルを用いたガードンの実験を扱い、クローンが太字で記されている。B社はこれとクローンヒツジを本文で扱い、囲み記事にiPS細胞（太字ではないが索引にあり）を取り上げている。C社はクローンの記載は全くない。このあたりも、教える側の裁量に任されているとの認識でよいのであろうか。

図2に生徒アンケートの結果を示す。遺伝子、DNAは中学校の教科書に記載されており、ほぼ全員が知っている。二重らせん構造、ゲノム、塩基は記載されていないが、テレビ、書籍等で多くの生徒が知っている。中でも、一般的にはそれほど知名度が大きいとは思われない塩基について、半数近くが知っているのは、少し驚きである。一方で、アデニン等を知るのは2割弱にとどまることの原因は不明である。クローンやiPS細胞も浸透していることがうかがえる。



(2) 生物の体内環境の維持

大きく変わったのは、肝臓と免疫である。

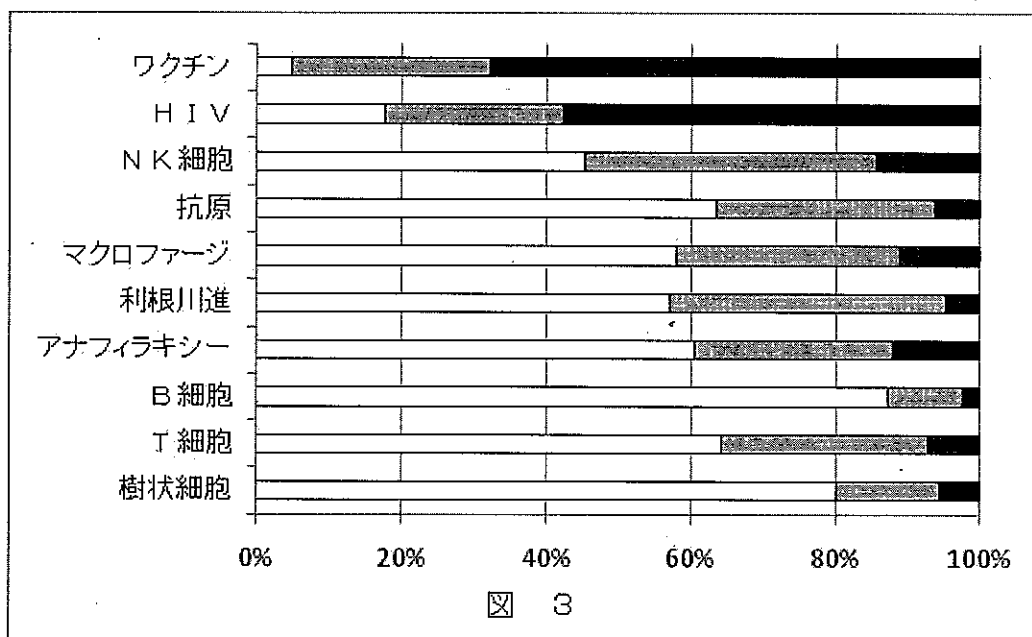
まず、肝臓であるが、「生物Ⅰ」の学習指導要領および解説には「肝臓」の語句は見当たらない。教科書を見ても、A社で本文1ページ、B社、C社で囲み記事1ページである。これに対し、「生物基礎」の解説で「肝臓で様々な物質の合成・分解・貯蔵が行われて体液の成分が保たれることなどを取り上げることが考えられる」となっており、各社とも本文2～3ページとなっている。特に構造で詳しく書かれており、肝小葉、中心静脈は3社とも、1社で類洞にも触れている。

免疫についてはかなり詳しく記述されている。「生物Ⅰ」の学習指導要領は「生体防御については、平易に扱うこと」、解説も「簡単に扱う」とあり、体液性免疫と細胞性免疫があるという程度にとどまっている。「生物Ⅱ」は、「タンパク質の機能の観点から平易に扱うこと」とあるが、タンパク質の機能を超えて詳しく扱っている印象を受ける。これに比較して「生物基礎」は、内容に「免疫とそれにかかわる細胞の働きについて理解すること」とあり、独立して扱われている。これにより、教科書の本文の量も、「生物Ⅱ」で4～6ページのところ、「生物基礎」

では8～13ページと2倍ほどになっている。用語も、「生物Ⅱ」ではT細胞としか記載されていないが、「生物基礎」ではヘルパーT細胞、キラーT細胞として取り上げられている。中でも注目は樹状細胞であろう。

「生物Ⅱ」で樹状細胞の記載があるのは1社のみであり、抗原提示細胞としてはマクロファージが扱われている。一方、「生物基礎」では3社とも記載され、B社、C社の挿絵では、抗原提示細胞として樹状細胞がメインとなっている。樹状細胞は最近になって研究が進んでいる細胞であり、ガンの免疫療法として注目されている。その他、教科書によっては、ディフェンシン、リゾチーム、NK細胞、アナフィラキシーなどを扱っている。一方で、MHCやHLAは囲み記事扱いであり、骨髄移植を扱っているのはC社のみである。「免疫の応用」あるいは「免疫と医療」に骨髄バンク等の記載がないのは、医療教育としては不十分に思われる。

図3に生徒アンケートの結果を示す。半数近くでNK細胞を知っていると答えているが、理由は分からない。樹状細胞についても2割の生徒が知っており、中学校での総合学習等で免疫について調べた可能性があるだろう。



(3) 生物の多様性と生態系

この分野は、「生物Ⅱ」の(3)生物の集団イ生物群集と生態系で扱っている内容とほぼ同じように思うが、「バイオーム」という用語が入ってきたことが大きな変化である。筆者不勉強のため、バイオームという語は初めて目にしたに等しいというのが正直なところである。

学習指導要領解説には、次のように記載されている。

なお、「群系」という用語が「植物群系」と同義に用いられることが多いので、ここでは「群系」を含む用語である「生物群系」を避けて「バイオーム」を用いることとした。

国語力のない筆者には分かりにくい表現である。「群系」を含む用語である「生物群系」の意味について、最初は「植物群系」の概念を包含する用語である「生物群系」と思っていたが、何回も読むうちに、ようやく「群系」という文字が含まれている言葉である「生物群系」という意味であることを理解した。

閑話休題。手元には5社の「生物Ⅱ」の教科書があるが、このうち「生物群系」の記載があるのは1社のみであり、「生物群系 (バイオーム)」と、バイオームも併記されている(他の4社にはバイオームの表記は、もちろん無い)。

バイオームとはどういう概念であろう。『生物学辞典』(東京化学同人)には「特徴的な植生景観によってまとめられる地理的広がりをもつバイオームという。植生が違えば、そこにすむ動物も違うので、バイオームとは世界の自然を広域的な植生とそこに成立した動物群集によって大きく区分したものといいよい。」と書かれている。つまりは、バイオームとは、ある地域に生息するすべての生物を含めた集団である。しかし、「生物基礎」の教科書には、「群系」、「植物群系」の語は見当たらず、バイオームと植物群系とを厳密に使い分ける必要はない。そのた

め、バイオームと植物群系を同義語として用いても何ら問題はないように思える。

バイオームという語句が導入された趣旨は何なのだろうか。前述のように、教科書を読む限り、バイオーム=植物群系と読み替えても支障をきたすことはないように思う。学習指導要領の読み込みが不足しているためか、植物群系を生物群系に変更した理由が見えてこない。学習指導要領の作成に携わった方の話を聞いてみたいと思う。

細胞、遺伝子、免疫に関しては、新聞、ニュースなどを通して目に触れる機会があり、生徒によっては関連の書籍を読んでいる場合があるので、いくつかの項目についてアンケートを取った。生物の多様性(実際は植物の多様性)については、そのような機会はあまりないと考え、唯一バイオームについてのみ尋ねた。結果は、知らない約92%、聞いたことはある約8%で、10名の生徒が名前は聞いたことがあると答えている。

3. おわりに

生物学の進歩は目覚ましい。同時に、著者など大学でも学ばなかったこと(スプライシング等)がほとんど教科書で扱われている。学習指導要領改訂の際にはこの傾向が強い。本稿を書くにあたり、教科書を読むことで新たに知ったことも多く、「生物基礎」についてのイメージができあがったように思う。次年度からの授業に活かしていきたい。

参考文献

- ・『生物基礎』(数研出版)
- ・『高等学校生物基礎』(第一学習社)
- ・『生物基礎』(東京書籍)
- ・『生物学辞典』(東京化学同人)
- ・『高等学校学習指導要領解説 理科編理数編 平成11年12月』(文部省)
- ・『同 平成21年12月』(文部科学省)